Iranian Journal of Field Crops Research
Homepage: https://jcesc.um.ac.ir

Research Article
Vol. 22, No. 4, Winter 2025, p. 373-384

The Effect of Planting Dates and Distances on the Quality Characteristics and Biomass of Camelina (*Camelina sativa* L. Crantz)

F. Zaefarian[1*], H. R. Ghorbani[2], P. Majidian[2], M. Kaveh[3]

1- Professor, Department of Agronomy, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
2- Assistant Professor, Crop and Horticultural Science Research Department, Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Education Center, Agricultural Research, Education and Extension Organization (AREEO), Sari, Iran
3- PhD. Graduated Student, Department of Agronomy, Faculty of Crop Sciences, Sari Agricultural Sciences and Natural Resources University, Sari, Iran
(*- Corresponding Author Email: fa.zaefarian@sanru.ac.ir)

Received: 06 January 2024 Revised: 13 May 2024 Accepted: 10 June 2024 Available Online: 07 December 2024	**How to cite this article:** Zaefarian, F., Ghorbani, H. R., Majidian, P., & Kaveh, M. (2025). The Effect of Planting Dates and Distances on the Quality Characteristics and Biomass of Camelina (*Camelina sativa* L. Crantz). *Iranian Journal of Field Crops Research, 22*(4), 373-384. (in Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/jcesc.2024.86264.1295

Introduction

Fodder supply in Iran is considered as one of the most important limiting factors in the field of livestock breeding and production. Camelina (*Camelina sativa* L. Crantz) plant from the Brassicaceae family is able to grow in different weather and soil conditions and needs less water, fertilizer, and pesticides than other oilseeds. This medicinal-oil product is a rich source of oil (28 to 40 percent) and omega-3 fatty acids, which can also be consumed in human diets. On the other hand, about 90 percent of the fatty acids in camelina oil are unsaturated, and due to its high alpha-tocopherols and vitamin E content, it does not require any additives to increase the shelf life of the oil, which is why it can be considered a high-quality edible oil. This research was conducted to introduce camelina and to evaluate the effects of planting date and spacing on oil yield and the quality of camelina fodder in Mazandaran Province.

Materials and Methods

This experiment was carried out as factorial based on a randomized complete block design in three replications at Bayekola Agricultural Research Station (Mazandaran Agricultural and Natural Resources Research and Training Center). Five planting dates (November 5, November 21, December 5, December 21, and January 4) and five planting distances (15, 20, 25, 30, and 35 cm) were selected as the study factors. Each treatment was planted in a plot consisting of six lines, and the distance between the plots was determined as one unplanted line. At the 50% flowering stage, biomass yield was determined by harvesting four square meters from the middle rows of each plot. Additionally, forage quality traits were assessed, including oil percentage, neutral detergent fiber percentage (NDF%), acid detergent fiber percentage (ADF%), crude protein percentage (CP%), nitrogen percentage (N%), and ash percentage.

Results and Discussion

The results of analysis variance of the studied traits showed that the interaction between planting distance and

https://doi.org/10.22067/jcesc.2024.86264.1295

planting date had a significant effect on most of the traits of camelina. The results indicated that the planting date of December 5 produced the highest oil percentages at planting distances of 25 cm, 20 cm, and 30 cm (6.1%, 6.0%, and 6.0%, respectively). Oil content increased from the November 5 planting date to the December 5 planting date, but declined with the January 4 planting date. The lowest values for neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) were observed in the 30 cm planting distance treatment with the December 5 planting date (60.7%) and the November 21 planting date (39.8%), respectively. Planting distance of 25 cm and planting date of December 5 showed the highest percent of crude protein (15.8), while, the treatment of planting distance of 25 cm and planting date of November 5 showed the highest plant ash percent (10.0), which had no significant difference with the treatment of 30 cm planting distance and planting date of December 5 (9.3). The highest biomass yield of camelina was obtained in the treatment with a planting date of November 21 and a planting distance of 25 cm (1778 g m^{-2}). In all planting distances, the biomass yield reached its maximum on the planting date of November 21, and with a delay in planting, a downward trend in the trait was observed, when the lowest value was obtained in the treatment of planting date of January 4 and a planting distance of 35 cm (972 g m^{-2}).

Conclusion

In general, according to the obtained results, planting distance of 25 to 30 cm and planting date of November 21 to December 5 with high oil and protein content and low NDF and ADF and can be a suitable candidate for the production of high quality and quantity camellia fodder.

Keywords: ADF, Ash percentage, Crude protein, Forage quality, Oil percentage

نشریه پژوهشهای زراعی ایران
Homepage: https://jcesc.um.ac.ir

مقاله پژوهشی
جلد ۲۲، شماره ٤، زمستان ١٤٠٣، ص ٣٨٤-٣٧٣

اثر تاریخ و فاصله کاشت بر خصوصیات کیفی و زیست‌توده کاملینا (*Camelina sativa* L. Crantz)

فائزه زعفریان[1]*، حمیدرضا قربانی[2]، پرستو مجیدیان[2]، محمد کاوه[3]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۱۶
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۳/۲۱

چکیده

پژوهش حاضر با هدف معرفی کاملینا و ارزیابی خصوصیات کیفی علوفه این گیاه در سال ۱۳۹۹ به‌صورت آزمایش فاکتوریل در قالب طرح بلوک‌های کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بایع‌کلا (مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران) اجرا شد. پنج تاریخ کاشت (۱۵ آبان، ۱ و ۱۵ آذر، ۱ و ۱۵ دی ماه) و پنج فاصله کاشت (۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ سانتی‌متر) به‌عنوان عامل‌های مورد مطالعه انتخاب شدند. نتایج تجزیه واریانس ویژگی‌های مورد مطالعه نشان داد که اثر متقابل فاصله کاشت و تاریخ کاشت، اثربخشی معنی‌داری در سطح یک درصد در اغلب ویژگی‌های کاملینا داشت. براساس نتایج به‌دست‌آمده، ترکیب تیماری تاریخ کشت ۱۵ آذر ماه در فواصل ۲۵، ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر (۶/۱، ۶ و ۶ درصد) بیشترین درصد چربی را داشت. میزان چربی از تاریخ کاشت ۱۵ آبان تا تاریخ کاشت ۱۵ آذر ماه افزایش و سپس، در تاریخ کاشت ۱۵ دی ماه کاهش یافت. در فاصله کاشت ۳۰ سانتی‌متر، کمترین میزان فیبر حل‌شونده در محلول خنثی (NDF) و فیبر حل‌شونده در محلول اسیدی (ADF) به‌ترتیب در تاریخ‌های کاشت ۱۵ آذر (۶۰/۷ درصد) و ۱ آذر (۳۹/۸ درصد) مشاهده شد، درحالی‌که در فاصله کاشت ۲۵ سانتی‌متر، بیشترین درصد پروتئین خام (۱۵/۸) در تاریخ کاشت ۱۵ آذر ماه و بیشترین درصد خاکستر بوته (۱۰ درصد) در تاریخ کاشت ۱۵ آبان به‌دست آمد که با ترکیب تیماری فاصله کشت ۳۰ سانتی‌متر و تاریخ کاشت ۱۵ آذر (۹/۳) اختلاف معنی‌داری نداشت. به‌طور کلی، با توجه به نتایج به‌دست‌آمده، فاصله کاشت ۲۵ تا ۳۰ سانتی‌متر و تاریخ کاشت ۱ تا ۱۵ آذر با میزان چربی و پروتئین بالا و نیز NDF و ADF پایین، می‌تواند تیمار مناسبی در جهت تولید علوفه باکیفیت و کمیت مطلوب کاملینا باشد.

واژه‌های کلیدی: پروتئین خام، درصد چربی، درصد خاکستر، فیبر حل‌شونده در محلول اسیدی، کیفیت علوفه

مقدمه

در ایران، اراضی قابل‌کشت وسیع و زمینه‌های مساعد برای کشت دانه‌های روغنی وجود دارد، امّا متأسفانه بخش زیادی از روغن مورد نیاز کشور به‌عنوان کالای اساسی در سبد خانوار از خارج تأمین می‌شود. با وجود این، گیاهان روغنی رایج نظیر سویا (*Glycine max* L.)، آفتابگردان (*Helianthus annuus* L.) و کلزا (*Brassica napus* L.) علی‌رغم مزیت‌های فراوانی که دارند، دارای محدودیت‌هایی از جنبه‌های مختلف کشت و شرایط اقلیمی می‌باشند و احتیاجات بالایی نسبت به آب و نهاده‌ها دارند (Mohammadi-Nejad, Bahramian, & Kahrizi, 2018). در این راستا، کمبود دانه‌های روغنی و حجم بالای واردات روغن در ایران به‌همراه صرف مبالغ چشمگیر ارز و علاوه‌بر آن کمبود منابع آبی جهت تولید دانه‌های روغنی، نیاز مبرم به شناسایی گونه‌ها و واریته‌های سازگار با شرایط خشکی در مقایسه با گیاهان روغنی متداول را در بر خواهد داشت.

تولید علوفه با کیفیت، متنوع و دارای میزان انرژی و پروتئین مناسب، غنی از ویتامین‌ها و مواد معدنی، می‌تواند راهکار مناسبی جهت افزایش تولید، اقتصادی نمودن پرورش دام در مناطق شالیزاری

۱- استاد، گروه زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
۲- استادیار پژوهشی، بخش تحقیقات علوم زراعی و باغی، مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران، سازمان تحقیقات، آموزش و ترویج کشاورزی، ساری، ایران
۳- دانش‌آموخته دکتری، گروه زراعت، دانشکده علوم زراعی، دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری، ساری، ایران
(*- نویسنده مسئول: Email: fa.zaefarian@sanru.ac.ir)
https://doi.org/10.22067/jcesc.2024.86264.1295

شمال کشور، کاهش وابستگی و خروج ارز از کشور باشد. ذرت (*Zea mays*) سیلو شده و یونجه (*Medicago sativa* L.) بهترین علوفه برای پرورش نشخوارکنندگان می‌باشند، امّا به‌دلیل شرایط اقلیمی و رطوبت بالا در استان مازندران، تولید یونجه محدود می‌باشد. در خصوص ذرت علوفه‌ای نیز به‌دلیل رواج کشت برنج و اهمیت اقتصادی آن، امکان رقابت با زراعت استراتژیک برنج غیرممکن می‌باشد. در این خصوص، کشت گیاهان علوفه‌ای پاییزه که از بارش‌های فصلی استفاده می‌نماید و از طرفی، رقیب زراعت‌های اصلی نظیر برنج نیز نمی‌باشند، مورد استقبال عمومی بیشتری قرار خواهند گرفت.

کاملینا (*Camelina sativa* Crantz L.)، یکی از گیاهان دانه روغنی رایج در آسیا و اروپا و متعلق به خانواده Brassicaceae است که شناخت کمی در مورد آن وجود دارد. این گیاه، منبعی پایدار برای تولید انرژی به‌شمار می‌رود (Chaturvedi, Bhattacharya, Khare, & Kaushik, 2018) و توانایی رشد در اقلیم‌ها و خاک‌های مختلف را دارد و نسبت به سایر محصولات دانه روغنی به آب، کود و آفت‌کش کمتری نیاز دارد (Kurasiak-Popowska *et al*., 2018; Moser, 2010; Zanetti *et al*., 2017). این محصول دارویی– روغنی، منبعی غنی از روغن (۲۸ تا ۴۰ درصد) و اسیدهای چرب امگا–۳ به‌شمار می‌رود که قابلیت مصرف در رژیم‌های غذایی بشر را نیز دارد. از سوی دیگر، حدود ۹۰ درصد از اسیدهای چرب روغن کاملینا، اشباع نشده هستند و به‌دلیل داشتن آلفا– توکوفرول‌ها و ویتامین E بالا نیاز به هیچ‌گونه افزودنی برای افزایش ماندگاری روغن ندارد، به‌همین دلیل می‌تواند به‌عنوان روغن خوراکی با کیفیت بالا در نظر گرفته شود (Ghamkhar *et al*., 2019). کنجاله کاملینا نیز پس از استخراج روغن حاوی ۱۱–۱۰ درصد فیبر، ۱۴–۱۰ درصد روغن و حدود ۴۰ درصد پروتئین می‌باشد که آن را محصولی ارزشمند برای تغذیه دام می‌نماید (Iskandarov, Kim, & Cahoon, 2013).

ترکیبات اسید چرب در کاملینا تحت تأثیر ارقام و شرایط محیطی قرار می‌گیرد (Raziei Kahrizi, Rostami -Ahmadvandi Falah, & Karami, 2016). در بین جنبه‌های مختلف مدیریت زراعی، تاریخ کاشت بیشتر از همه در معرض تغییر می‌باشد و اهمیت به‌سزایی برای دستیابی به حداکثر عملکرد دانه و افزایش کمیت و کیفیت روغن در گیاه کاملینا دارد (Toncea *et al*., 2013). تاریخ‌های مختلف کاشت سبب برخورد مراحل رشد رویشی و زایشی گیاه با دما، تشعشع خورشیدی و طول روز متفاوت می‌گردد و از این طریق بر رشدونمو و عملکرد گیاهان تأثیر می‌گذارد (Khajehpour, 2012). انتخاب درست تاریخ کاشت، سبب انطباق مراحل رشد گیاه با شرایط مطلوب محیطی شده که در نهایت، موجب افزایش فتوسنتز و ذخیره مواد فتوسنتزی در دانه می‌شود. طی پژوهشی، محققان اظهار داشتند که کشت پاییزه کاملینا، عملکرد دانه بیشتر و کیفیت روغن بهتری نسبت به کشت زمستانه داشته است و تأخیر در کاشت، به‌ویژه در کشت زمستانه، باعث مصادف شدن مرحله پر شدن دانه‌ها با گرمای انتهای فصل و کاهش عملکرد روغن دانه شد، در عین حال کشت زودهنگام زمستانه بیشترین بهره‌وری آب را داشت (Ahmadian Kooshkghazi & Madandoust, 2022). در بررسی اثر تاریخ کاشت بر عملکرد بذر و کیفیت روغن گیاه کاملینا، مشاهده شد که با کاشت کاملینا در اواخر اسفند ماه، میزان چربی، اسیدهای چرب غیراشباع چندگانه و غلظت‌های اسید لینولنیک نسبت به کشت در فروردین ماه افزایش یافت (Obeng *et al*., 2019). همچنین در تحقیقی دیگر که اثر تاریخ‌های کاشت مختلف و دو روش کاشت بر عملکرد گیاه کاملینا ارزیابی شد، نتایج حاکی از آن بود که مناسب‌ترین زمان کاشت گیاه کاملینا، اسفند ماه بود که به دلایل عملکرد بهینه، کنترل مؤثر علف‌های هرز زمستانه پهن‌برگ یکساله توسط علف‌کش قبل از کاشت و عمق کم کاشت بود (Schillinger, Wysocki, Chastain, Guy, & Karow, 2012).

یکی از عوامل مهم در کاشت موفق گیاهان روغنی، تعیین فاصله مناسب بین ردیف‌های کاشت می‌باشد، زیرا موجب فراهم‌سازی ترکیب مناسبی از عوامل محیطی جهت دستیابی به حداکثر عملکرد گیاه می‌گردد (Ijoyah, Idoko, & Iorlamen, 2015). محققان اظهار داشتند که اگر تعداد بوته در واحد سطح مناسب باشد، شرایط رشد و دریافت نهاده‌های رشد مناسب‌تر شده و به‌دنبال آن گرده‌افشانی و تلقیح به‌طور کامل انجام می‌گردد، همچنین دانه‌بندی بهتر صورت گرفته و در نتیجه، تعداد کل دانه یعنی ظرفیت تجمعی مواد فتوسنتزی افزایش می‌یابد (Badvan & Alavi Fazel, 2021). در مطالعه‌ای، نتایج نشان داد که در کشت یک ردیفه کنجد (*Sesamus indicum* L.)، حداکثر عملکرد ژنوتیپ محلی بهبهان (۱۰۶۸ کیلوگرم در هکتار) در تراکم ۲۰ بوته در مترمربع حاصل شد و افزایش تراکم باعث کاهش معنی‌دار عملکرد این ژنوتیپ در آرایش کاشت یک ردیفه شد. در کشت دو ردیفه، افزایش تراکم تا ۴۰ بوته در مترمربع موجب افزایش معنی‌دار عملکرد دانه آن شد (Gholamhoseini, Danaie, & Fallah Toosi, 2023).

معرفی گونه‌های جدید گیاهی و ارزیابی پتانسیل عملکرد و سازگاری کشت آن‌ها در مقایسه با ارقام زراعی موجود در استان مازندران می‌تواند راهکار مناسبی در جهت برطرف‌سازی مشکلات مرتبط با دانه‌های روغنی و تغییر احتمالی الگوی کشت به‌شمار آید. لذا، پژوهش حاضر به‌منظور بررسی تأثیر تاریخ و فاصله کاشت بر کیفیت علوفه کاملینا در استان مازندران انجام شد.

مواد و روش‌ها

به‌منظور ارزیابی اثر تاریخ و فاصله کاشت بر کیفیت علوفه گیاه کاملینا در استان مازندران، این تحقیق به‌صورت آزمایش فاکتوریل و

در قالب طرح بلوک کامل تصادفی در سه تکرار در ایستگاه تحقیقات کشاورزی بایع‌کلا (شهرستان نکا) وابسته به مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران اجرا شد. بذر کاملینا رقم سهیل از بانک بذر مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی استان مازندران تهیه شد. پنج تاریخ کاشت (۱۵ آبان، ۱ آذر، ۱۵ آذر، ۱ و ۱۵ دی ماه) و پنج فاصله کاشت (۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ و ۳۵ سانتی‌متر) به‌عنوان عوامل مورد مطالعه انتخاب شدند. عملیات تهیه بستر مطابق معمول و عرف منطقه در زمان کاشت با مساعد شدن هوا انجام گردید و سپس براساس آزمون خاک (جدول ۱) و طبق توصیه بخش تحقیقات خاک و آب مرکز تحقیقات و آموزش کشاورزی و منابع طبیعی مازندران، کودهای نیتروژن، فسفر و پتاسیم هر یک به‌میزان ۱۰۰ کیلوگرم در هکتار به‌صورت پیش‌کاشت و همچنین میزان ۵۰ کیلوگرم در هکتار کود نیتروژن به‌صورت سرک در اسفند ماه، به خاک اضافه شد. هر تیمار در کرتی شامل شش خط به طول شش متر در سال زراعی ۱۳۹۹ کشت شده و فاصله کرت‌ها از یکدیگر به‌صورت یک خط نکاشت تعیین شد. فاصله ردیف (۲۵ سانتی‌متر) براساس تیمارهای مورد مطالعه و با تراکم چهار کیلوگرم در هکتار در زمان کاشت به‌کار برده شد. عملیات داشت شامل آبیاری (نزولات جوی در پاییز) و مراقبت از محصول طبق دستورالعمل و به‌موقع انجام شد.

جدول ۱- خصوصیات فیزیکوشیمیایی خاک در ایستگاه تحقیقات زراعی بایع‌کلا

Table 1- Soil physico-chemical characteristics at the Agricultural Research Stations of Bayekola

اسیدیته pH	هدایت الکتریکی EC $(dS\ m^{-1})$	ماده خنثی‌شونده TNV (%)	کربن آلی Organic carbon (%)	ماده آلی Organic matter (%)	نیتروژن N (%)	فسفر P $(mg\ kg^{-1})$	پتاسیم K $(mg\ kg^{-1})$	روی Zn $(mg\ kg^{-1})$	بافت خاک Soil texture
7.6	0.52	26.5	1.34	2.30	0.04	5.9	121	1.13	سیلتی رسی Silty clay

برای تعیین عملکرد زیست‌توده در مرحله ۵۰ درصد گل‌دهی، در هر کرت پس از حذف اثرات حاشیه‌ای از ردیف‌های میانی، چهار مترمربع برداشت شد. سپس نمونه‌ها در دمای ۷۵ درجه سانتی‌گراد به‌مدت ۴۸ ساعت خشک شدند. در نهایت، پس از توزین نمونه‌ها، عملکرد زیست‌توده محاسبه گردید. برای اندازه‌گیری صفات کیفی علوفه، مقدار یک کیلوگرم زیست‌توده خشک از هر تیمار انتخاب و پس از آسیاب نمودن، مقدار ۱۰۰ گرم انتخاب و برای تعیین خصوصیات کیفی گیاه استفاده شد. نیتروژن (N) موجود در هر نمونه به‌روش کجلدال اندازه‌گیری و از رابطه زیر که توسط اددی و همکاران (Oddy, Robards, & low, 1983) پیشنهاد گردید، محاسبه شد.

$$DMD\% = 83.58 - 0.824\ ADF\% + 2.262\ N\% \quad (۱)$$

که در آن، DMD: درصد ماده خشک قابل‌هضم نمونه‌ها می‌باشد که برمبنای درصد نیتروژن و الیاف نامحلول در شوینده اسیدی (ADF) نمونه‌ها محاسبه گردید. درصد پروتئین خام (CP) هر گونه از طریق معادله ۲ برآورد شد:

$$\%CP=6.25\times N\% \quad (۲)$$

به‌منظور تعیین درصد چربی موجود در علوفه از روش استاندارد (AOAC, 1990) استفاده گردید. اندازه‌گیری درصد خاکستر با استفاده از کوره الکتریکی در دمای ۵۵۰ درجه سانتی‌گراد صورت گرفت. برای سنجش عوامل کیفی علوفه از قبیل درصد فیبرهای غیرمحلول در شوینده اسیدی، درصد فیبرهای غیرمحلول در شوینده خنثی از روش ون‌سوست (Van Soest, 1990) استفاده شد. برای اندازه‌گیری درصد فیبرهای غیرمحلول در شوینده اسیدی، ابتدا محلول شوینده اسیدی تهیه و سپس یک گرم از نمونه به داخل کروسیبل ریخته شد. پس از قراردادن در دستگاه فایبرتک، مقدار ۱۰۰ میلی‌لیتر از محلول شوینده اسیدی به آن اضافه شد. سپس تا جوش آمدن محلول حرارت داده شد. بعد از گذشت پنج دقیقه دما کم شد و به‌مدت ۶۰ دقیقه در حالت جوش نگه داشته شد. پس از آن، محلول باقی‌مانده توسط پمپ خلأ خارج شده و پس از سه بار شستشو با آب مقطر گرم و دو بار شستشو با استون، نمونه‌ها جهت خشک شدن به‌مدت هشت ساعت در آون با دمای ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار گرفتند. پس از توزین نمونه‌های خشک شده برای تعیین میزان خاکستر آن‌ها، کروسیبل‌های حاوی نمونه‌های خشک شده به‌مدت سه ساعت در کوره با دمای ۵۰۰ درجه سانتی‌گراد قرار داده شدند و در نهایت، میزان دیواره سلولی فاقد همی‌سلولز نمونه محاسبه گردید. برای تجزیه واریانس داده‌ها و مقایسه میانگین‌ها با استفاده از روش LSD در سطح احتمال پنج درصد از نرم‌افزار آماری SAS 9.4 استفاده شد.

نتایج و بحث

نتایج تجزیه واریانس صفات کیفی مورد مطالعه نشان داد که اثر متقابل فاصله و تاریخ کاشت بر تمامی صفات به‌جز درصد نیتروژن در سطح یک درصد معنی‌دار بود، اما درصد نیتروژن تنها تحت تأثیر اثر ساده فاصله ردیف کاشت قرار گرفت (جدول ۲).

درصد چربی: بررسی تغییرات درصد چربی نمونه‌های گیاه کاملینا نشان داد که اثر متقابل ترکیبات تیماری مورد بررسی بر میزان چربی گیاه اثر معنی‌داری در سطح یک درصد گذاشته و بیشترین مقدار آن در تاریخ کشت ۱۵ آذر ماه با فواصل کاشت ۲۵، ۲۰ و ۳۰ سانتی‌متر (۶/۱، ۶ و ۶ درصد) مشاهده شد (جدول ۳). کمترین درصد چربی نیز در تاریخ‌های کشت ۱۵ دی و آبان در فواصل ردیف کشت مختلف مشاهده شد. به‌طور کلی، درصد چربی از تاریخ کاشت ۱۵ آبان تا تاریخ کاشت ۱۵ آذر ماه افزایش یافته و پس از این تاریخ شروع به کاهش می‌یابد (جدول ۳). درصد چربی، صفتی ژنتیکی است که تا حدودی تحت تأثیر عوامل محیطی از جمله دما قرار می‌گیرد. در همین راستا، سلیمانی و همکاران (Solymani, Kamkar, Zinali, & Mokhtarpur, 2010) در بررسی اثر پنج تاریخ کاشت ۱۵ اردیبهشت، ۴ خرداد، ۲۴ خرداد، ۱۳ تیر و ۲ مرداد بر ویژگی‌های کیفی علوفه ارزن نوتریفید (*Pennisetum glaucum*) گزارش کردند که بیشترین عملکرد چربی ۲۴۳/۶ کیلوگرم در هکتار در تاریخ کاشت اول و ۲۴۵/۷ کیلوگرم در هکتار در تاریخ کاشت دوم به‌دست آمد و کمترین عملکرد چربی خام (۱۰۵/۷کیلوگرم در هکتار) به آخرین تاریخ کاشت تعلق داشت. آن‌ها همچنین اظهار داشتند که بین پروتئین خام و چربی خام همبستگی مثبتی وجود دارد. بر این اساس، با توجه به کاهش درصد پروتئین خام علوفه کاملینا در تاریخ کاشت ۱۵ دی (جدول ۳)، پایین بودن درصد چربی نیز در این تاریخ کاشت مورد انتظار است. براساس نتایج پژوهش حاضر، با افزایش فاصله کاشت از ۱۵ سانتی‌متر تا ۲۵ سانتی‌متر بر میزان درصد چربی افزوده شد و سپس در فاصله کاشت ۳۰ سانتی‌متر تا ۳۵ سانتی‌متر از میزان درصد چربی کاسته شد (جدول ۳).

جدول ۲- نتایج تجزیه واریانس صفات مربوط به کاملینا تحت تأثیر فاصله و تاریخ کاشت

Table 2- Analysis of variance of camelina traits as affected by planting distance and date

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	درصد چربی Oil (%)	درصد فیبر حل‌شونده در محلول خنثی NDF (%)	درصد فیبر حل‌شونده در محلول اسیدی ADF (%)	درصد پروتئین خام CP%	درصد نیتروژن Nitrogen (%)	درصد خاکستر Ash (%)
تکرار Replication	2	0.004	1.2	3.1	1.1	0.2	0.5
فاصله کاشت Planting distance	4	14.8**	93.5**	3.2**	6.9**	0.4*	2.6**
تاریخ کاشت Planting date	4	1.4**	38.2**	7.8**	1.3ns	0.1ns	7.3ns
فاصله ردیف × تاریخ کاشت Planting distance × Planting date	16	3.3**	23.7**	7.6**	5.9**	0.2ns	4.3**
خطا Error	48	0.1	1.2	1.5	0.6	0.1	0.5
ضریب تغییرات CV (%)	-	15.9	16.3	12.8	15.8	14.8	12.8

*، ** و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و عدم معنی‌دار.

ns, * and **: are non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.

فیبر حل‌شونده در محلول خنثی (NDF) و محلول اسیدی (ADF): با کاشت در فاصله ۳۰ سانتی‌متری، کمترین میزان فیبر حل‌شونده در محلول خنثی (۶۰/۷ درصد) و فیبر حل‌شونده در محلول اسیدی (۳۹/۸ درصد) به‌ترتیب در تاریخ کشت ۱۵ آذر و ۱ آذر مشاهده شد (جدول ۳). الیاف قابل حل در محلول اسیدی نشان‌دهنده سهم دیواره سلولی شامل سلولز و لیگنین (به‌استثنای همی‌سلولز) در جیره دام بوده و بیانگر قابلیت هضم علوفه توسط دام است که با افزایش این شاخص از قابلیت هضم علوفه کاسته می‌شود، از سوی دیگر، الیاف قابل‌حل در محلول خنثی نشان‌دهنده پتانسیل مصرف علوفه توسط دام بوده و هر قدر مقدار آن افزایش یابد، مصرف ماده خشک به‌دلیل افزایش میزان ماده سیرکنندگی علوفه، کاهش می‌یابد (Pouramir, Nassiri Mahallati, Koocheki, & Ghorbani, 2010). شرفی و رمرودی (Sharafi & Ramroudi, 2022) در بررسی اثر تاریخ کاشت بر ویژگی‌های کمّی و کیفی گیاه یونجه حلزونی (*Medicago scutellate* L.) تحت تأثیر عمق کاشت و میزان بذر مصرفی، اظهار داشتند که بیشترین درصد الیاف قابل حل در محلول‌های اسیدی و خنثی در تاریخ کشت دوم، یعنی ۳۱ تیر ماه (به‌ترتیب ۳۲/۹ و ۴۶/۵ درصد) به‌دست آمد و تفاوت معنی‌داری با تاریخ کاشت اول یعنی ۱۵ تیر ماه نشان داد. در بررسی اثر فاصله

ردیف (۴۰، ۶۰ و ۸۰ سانتی‌متر) بر کیفیت علوفه ذرت گزارش شد که کاهش میزان الیاف نامحلول در شوینده خنثی با افزایش تراکم بوته در فاصله ردیف ۴۰ سانتی‌متر به‌علت کاهش بافت‌های خشبی تک بوته می‌باشد (Iptas & Acar, 2006).

درصد پروتئین خام: بیشترین میزان پروتئین خام در بوته (۱۵/۸ درصد) با فاصله کاشت ۲۵ سانتی‌متر و تاریخ کاشت ۱۵ آذر ماه مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با کاشت در تاریخ ۱ آذر در فواصل کاشت ۱۵ و ۲۵ سانتی‌متر (به‌ترتیب ۱۴/۱ و ۱۵/۰ درصد) و همچنین کشت در ۱۵ آذر ماه با فواصل کاشت ۲۰، ۳۰ و ۳۵ سانتی‌متر (به‌ترتیب ۱۵/۰، ۱۴/۵ و ۱۵/۱ درصد) نداشت (جدول ۳). کمترین میزان پروتئین خام نیز در بیشترین فاصله کاشت (۳۵ سانتی‌متر) و تاریخ کاشت ۱۵ دی ماه (۱۰/۹ درصد) مشاهده شد (جدول ۳). بیشتر بودن درصد پروتئین خام در تاریخ کاشت ۱۵ آذر ماه، نسبت به تاریخ کاشت ۱۵ دی ماه را می‌توان مرتبط با افزایش طول دوره رشدونمو دانست؛ در همین راستا نجفی‌نژاد و همکاران (Najafinezhad, Shakeri, & Amirpour Robat, 2020) گزارش کردند که طول دوره رشد رویشی طولانی‌تر و مواجه شدن مرحله رشد رویشی گیاه با دمای مناسب و هوای خنک تأثیر معنی‌داری بر افزایش محتوی پروتئین خام علوفه کینوا (*Chenopodium quinoa* Willd.) داشت. زیزی و همکاران (Zizy, Nematallh, & Abo-Feteih, 2017) گزارش کردند که کاشت زودهنگام (۱۲ فروردین ماه) گیاه لوبیای خوشه‌ای (*Cyamopsis tetragonoloba* L.) درصد پروتئین بیشتری نسبت به کاشت دیرهنگام (۲۵ اردیبهشت ماه) تولید کرد و علت را به کاهش عملکرد ماده خشک علوفه در تاریخ کاشت آخر نسبت دادند. حیدرزاده و همکاران (Heydarzade, Ehteshami, & Rabiee, 2022) در بررسی اثر تاریخ کاشت (۲۲ اردیبهشت ماه، ۵ و ۱۹ خرداد ماه، ۲ تیر ماه) و تراکم بوته (۲۰۰، ۴۰۰ و ۶۰۰ هزار بوته در هکتار) بر ویژگی‌های کیفی علوفه گوار (*Cluster beans*) اظهار داشتند که بیشترین (۱۹/۰۲ درصد) و کمترین (۱۵/۲۳ درصد) میزان پروتئین خام به‌ترتیب در تاریخ کاشت ۵ خرداد ماه و ۲ تیر ماه مشاهده شد. در بررسی تأثیر فاصله ردیف (۳۰، ۴۰ و ۵۰ سانتی‌متر) و فاصله بوته روی ردیف (۱۰، ۱۵ و ۲۰ سانتی‌متر) بر میزان پروتئین گلرنگ (*Carthamus tinctorius* L.) گزارش شد که بیشترین میزان پروتئین (۱۷/۵ درصد) در آرایش کاشت ۱۰×۳۰ سانتی‌متر (تراکم پایین) می‌باشد (Naseri, Fasihi, Hatami, & Poursyahbidi, 2010). کاهش درصد پروتئین خام با افزایش تراکم بوته احتمالاً به‌دلیل رقابت بین گیاهان برای نیتروژن باشد. محققان در بررسی تأثیر فاصله بین ردیف (۶۵، ۷۵ و ۸۵ سانتی‌متر)، تراکم (۷۰ و ۸۰ هزار بوته در هکتار) و الگوی کاشت (تک ردیف و دو ردیفه زیگزاگی) بر شاخص‌های کیفی ذرت سیلویی اظهار داشتند که افزایش تراکم موجب کاهش معنی‌دار درصد پروتئین خام شد (Ramezani & Rezaei Souckt Abandani, 2010). زیرا سایه و تراکم بالا، آنزیم نیترات ردوکتاز که آنزیم مهمی در تبدیل نیتروژن نیتراته به نیتریت در سیکل سنتز اسیدهای آمینه محسوب می‌شود را کاهش می‌دهد که از این طریق، درصد پروتئین خام گیاه نیز ممکن است کاهش یابد (Minbashi Moeini, 1996).

درصد خاکستر: بیشترین درصد خاکستر بوته (۱۰ درصد) در فاصله کشت ۲۵ سانتی‌متر و تاریخ کاشت ۱۵ آبان مشاهده شد که علی‌رغم اختلاف معنی‌دار با دیگر ترکیبات تیماری، با تیمار فاصله کشت ۳۰ سانتی‌متر و تاریخ کاشت ۱۵ آذر (۹/۳) اختلاف معنی‌داری نداشت (جدول ۳). کمترین درصد خاکستر در تیمار فاصله کاشت ۳۵ سانتی‌متر و تاریخ کاشت ۱۵ آذر مشاهده شد که اختلاف معنی‌داری با ترکیبات تیماری فواصل مختلف کاشت در تاریخ کاشت ۱۵ دی ماه نداشت (جدول ۳). درصد خاکستر علوفه نشان‌دهنده‌ی حضور مواد معدنی در بافت‌های گیاهی است؛ بنابراین، هرقدر درصد خاکستر بیشتر باشد، سبب بهبود فرآیندهای تولید ویتامین‌ها، هورمون‌ها و آنزیم‌ها در گیاه می‌شود و مواد معدنی بیشتری در اختیار دام قرار خواهد گرفت؛ در نهایت، ارزش غذایی علوفه برای دام بیشتر خواهد بود (Sarkees & Tahir, 2016). طی پژوهشی گزارش شد که بالاترین میزان خاکستر (۱۰/۲۱ درصد) علوفه گلرنگ در تاریخ کاشت اول (۹ آذر) مشاهده شد و تأخیر در کاشت (۲۹ آذر) باعث کاهش معنی‌دار این صفت گردید. آن‌ها دلیل این افزایش را شرایط آب‌وهوایی مناسب و طول دوره رشدی بیشتر در تاریخ کاشت ۹ آذر عنوان کردند (Badvan & Alavi Fazel, 2021).

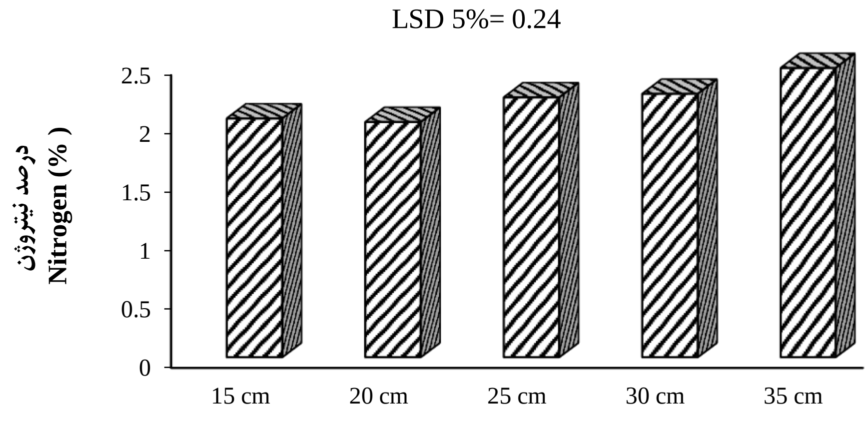
درصد نیتروژن: بیشترین درصد نیتروژن گیاه در فاصله کاشت ۳۵ سانتی‌متری مشاهده شد (۲/۵ درصد) و اختلاف معنی‌داری با فاصله کاشت ۳۰ سانتی‌متری (۲/۳ درصد) نداشت (شکل ۱). کمترین درصد نیتروژن نیز در تیمارهای ۱۵ تا ۲۵ سانتی‌متری مشاهده شد که اختلاف آماری معنی‌داری با یکدیگر نداشتند (شکل ۱). نحوه توزیع و تراکم بوته در مزرعه می‌تواند بر جذب و بهره‌وری از عوامل محیطی مؤثر بر رشد و نیز رقابت برون و درون‌گونه‌ای تأثیر گذارد (Naibi Hajilar & Hassanzadeh, 2016). افزایش بیش‌ازحد تراکم بوته، رقابت برای جذب مواد غذایی، از جمله نیتروژن را افزایش می‌دهد. این افزایش رقابت، منجر به کاهش نیتروژن موجود در زیست‌توده می‌گردد (Fuladvand & Yadavi, 2015).

عملکرد زیست‌توده: نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اثر متقابل فاصله و تاریخ کاشت بر عملکرد زیست‌توده در سطح یک درصد معنی‌دار بود (جدول ۴). بیشترین عملکرد زیست‌توده کاملینا در تیمار تاریخ کاشت ۱ آذر و فاصله کاشت ۲۵ سانتی‌متر (۱۷۷۸ گرم در مترمربع) به‌دست آمد (شکل ۲).

جدول ۳- مقایسه میانگین تأثیر فاصله و تاریخ کاشت بر درصد چربی، فیبر حل‌شونده در محلول خنثی و اسیدی، پروتئین خام و خاکستر در کاملینا

Table 3- Mean comparison of effect of distance and planting date on oil%, NDF, ADF, CP and ash in camelina

تیمار Treatment		درصد چربی Oil (%)	درصد فیبر حل‌شونده در محلول خنثی NDF (%)	درصد فیبر حل‌شونده در محلول اسیدی ADF (%)	درصد پروتئین خام CP (%)	درصد خاکستر Ash (%)
فاصله کاشت Planting distance (cm)	تاریخ کاشت Planting date					
15	۱۵ آبان November 5	3.1	65.2	42.1	13.2	7.0
	۱ آذر November 21	3.0	68.7	46.1	14.1	7.7
	۱۵ آذر December 5	4.1	62	41.7	14.0	8.3
	۱ دی December 21	3.2	65.3	41.1	12.4	7.3
	۱۵ دی January 4	2.2	67.3	42.1	11.6	5.7
20	۱۵ آبان November 5	3.9	67.4	44.7	12.2	6.7
	۱ آذر November 21	5.1	69.0	41.9	14.2	8.7
	۱۵ آذر December 5	6.0	68.0	42.3	15.0	5.7
	۱ دی December 21	4.1	68.0	40.3	13.2	7.7
	۱۵ دی January 4	2.1	71.8	41.6	12.3	5.7
25	۱۵ آبان November 5	4.8	71.4	44.3	14.3	10.0
	۱ آذر November 21	6.0	69.8	45.3	15.0	7.3
	۱۵ آذر December 5	6.1	70.2	42.3	15.8	6.3
	۱ دی December 21	5.7	72.1	42.4	13.9	7.3
	۱۵ دی January 4	5.0	71.8	42.4	13.0	5.7
30	۱۵ آبان November 5	4.1	63.5	43	11.2	7.7
	۱ آذر November 21	5.0	69.2	39.8	13.2	6.3
	۱۵ آذر December 5	6.0	60.7	43.2	14.5	9.3
	۱ دی December 21	5.8	61.7	41.1	12.2	8.0
	۱۵ دی January 4	4.2	74.0	44.3	11.8	5.7
35	۱۵ آبان November 5	3.0	71.7	42.3	13.4	7.3
	۱ آذر November 21	4.1	70.0	42.3	13.0	6.3
	۱۵ آذر December 5	5.1	71.0	41.2	15.1	5.0
	۱ دی December 21	4.1	70.0	43.0	12.9	6.7
	۱۵ دی January 4	2.3	68.0	44.0	10.9	6.7
LSD (%)		0.56	1.82	1.98	1.26	1.13



شکل ۱- تأثیر فاصله کاشت بر درصد نیتروژن کاملینا

Figure 1- The effect of planting distance on the nitrogen percentage of camelina

در تمامی فواصل کاشت، میزان عملکرد زیست‌توده در تاریخ کاشت ۱ آذر به حداکثر خود رسیده و با تأخیر در کاشت، روند نزولی میزان صفت مشاهده شده و کمترین مقدار در ترکیب تیماری تاریخ کاشت ۱۵ دی ماه و فاصله کاشت ۳۵ سانتی‌متر (۹۷۲ گرم در مترمربع) به‌دست آمد (شکل ۲). به نظر می‌رسد که با تأخیر در کاشت، از طول دوره رویشی گیاه و دوره فتوسنتز فعال گیاه کاسته شده و در نتیجه، ماده خشک کمتری در گیاه تجمع می‌یابد. در همین راستا، در بررسی اثر نیتروژن بر عملکرد و اجزای عملکرد گیاه دانه روغنی کاملینا در تاریخ‌های مختلف کاشت گزارش شد که کشت دیرهنگام به‌دلیل برخورد مرحله زایشی با دمای بالای آخر فصل باعث کوتاه شدن دوره رشد کاملینا در تاریخ کاشت‌های دوم و سوم (۱۵ آبان و ۱۵ دی) شد (Zarei, Hassibi, Kahrizi, & Safieddin Ardebili, 2022). همچنین نتایج گویای این مطلب است که فاصله کاشت ۲۵ سانتی‌متر منجر به توزیع مطلوب‌تر شاخص سطح برگ و بهره‌وری بهتر جامعه گیاهی از نور و در نتیجه، تولید ماده خشک بیشتر در واحد سطح گردیده است. عملکرد هر گیاه زراعی حاصل رقابت برون و درون بوته‌ای برای عوامل محیطی است. حداکثر عملکرد زمانی حاصل می‌شود که رقابت به حداقل خود برسد و گیاه بتواند حداکثر استفاده را از عوامل محیطی موجود بنماید. فواصل مناسب بین بوته‌ها، تعیین‌کننده فضای رشد قابل استفاده برای هر بوته است. تراکم مناسب و توزیع متعادل بوته‌ها در واحد سطح موجب استفاده بهتر از رطوبت، مواد غذایی و نور و به تبع آن، افزایش عملکرد می‌شود (Sarmadnia & Kochaki, 1999).

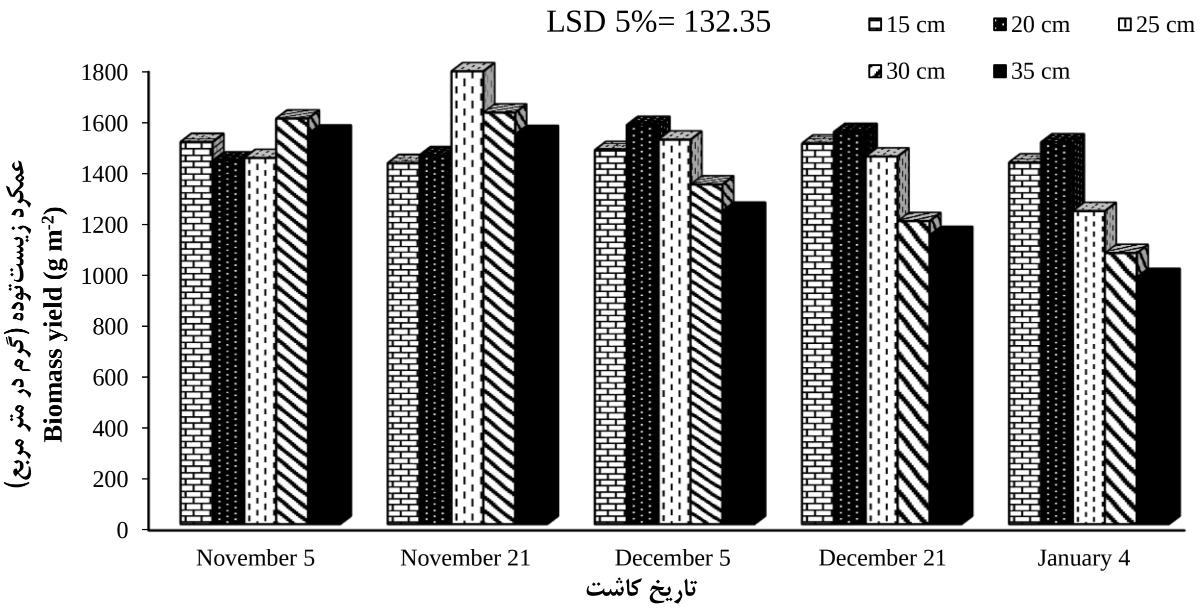
جدول ٤- نتایج تجزیه واریانس عملکرد زیست‌توده کاملینا تحت تأثیر فاصله و تاریخ کاشت

Table 4- Analysis of variance of biomass yield of camelina as affected by planting distance and date

منبع تغییرات S.O.V	درجه آزادی df	عملکرد زیست‌توده Biomass yield
تکرار Replication	2	14420.89
فاصله کاشت Planting distance	4	127538.45**
تاریخ کاشت Planting date	4	232785.82**
فاصله ردیف × تاریخ کاشت Planting date × planting distance	16	64938.49**
خطا Error	48	6182.94
ضریب تغییرات CV	-	5.55

*، ** و ns: به‌ترتیب معنی‌دار در سطح احتمال پنج و یک درصد و عدم معنی‌دار.

ns, * and **: are non-significant and significant at 5 and 1% probability levels, respectively.



شکل ۲- تأثیر فاصله و تاریخ کاشت بر عملکرد زیست‌توده کاملینا

Figure 2- The effect of planting distance and date on biomass yield of camelina

نتیجه‌گیری

به‌طور کلی، با توجه به نتایج به‌دست‌آمده میزان چربی از تاریخ کاشت ۱۵ آبان تا تاریخ کاشت ۱۵ آذر ماه افزایش یافته و سپس در تاریخ کاشت ۱۵ دی ماه مجدداً کاهش می‌یابد. بیشترین میزان پروتئین خام در بوته در تیمار فاصله کاشت ۲۵ سانتی‌متر و تاریخ کاشت ۱۵ آذر ماه مشاهده شد. همچنین در فاصله کاشت ۳۰ سانتی‌متر، کمترین میزان فیبر حل‌شونده در محلول خنثی (NDF) و فیبر حل‌شونده در محلول اسیدی (ADF) به‌ترتیب در تاریخ کاشت ۱۵ آذر و ۱ آذر مشاهده شد. در مجموع، با توجه به نتایج آزمایش یک‌ساله، فاصله کاشت ۲۵ تا ۳۰ سانتی‌متر و تاریخ کاشت ۱ تا ۱۵ آذر با میزان پروتئین بالا و نیز ADF پایین، می‌تواند تیمار مناسبی در جهت تولید علوفه مطلوب کاملینا باشد. با این وجود، به‌منظور بررسی دقیق‌تر کیفیت علوفه کاملینا تحت تأثیر فاصله و تاریخ کاشت‌های مختلف، انجام دو سال آزمایش روی این طرح توصیه می‌شود.

سپاسگزاری

بدین‌وسیله نویسندگان این مقاله بر خود لازم می‌دانند که مراتب قدردانی و تشکر خود را از دانشگاه علوم کشاورزی و منابع طبیعی ساری به‌دلیل پشتیبانی مالی از این پژوهش در قالب طرح تحقیقاتی با شماره طرح ۰۵-۱۴۰۰-۰۱ و همچنین از تمام افرادی که در انجام این طرح پژوهشی ما را یاری کردند، به عمل آورند.

References

1. Ahmadian Kooshkghazi, M. E., & Madandoust, M. (2022). Effect of planting date on growth, seed yield and oil quality of camelina (*Camelina sativa* L. Crantz). *Iranian Journal of Crop Sciences*, *24*(1), 19-33. (in Persian with English abstract). http://dorl.net/dor/20.1001.1.15625540.1401.24.1.1.2
2. AOAC. (1990). Official methods of analysis, 15th Edition. *Association of Official Analytical Chemists*, Washington, DC, USA.
3. Badvan, H., & Alavi Fazel, M. (2021). Assessment of the low irrigation and change in plant density on water use efficiency and yield and yield components of maize (S.C 704). *Plant Productions*, *44*(2), 271-282. (in Persian with English abstract). https://doi.org/10.22055/ppd.2020.30499.1797
4. Chaturvedi, S., Bhattacharya, A., Khare, S. K., & Kaushik, G. (2018). *Camelina sativa: An Emerging Biofuel Crop*. In: Hussain C. (eds), *Handbook of Environmental Materials Management*. (pp. 1-38) Springer, Cham.
5. Fuladvand, M., & Yadavi, A. (2015). Effect of plant density, rate and split application of nitrogen fertilizer on quality characteristics and nitrogen use efficiency of safflower under weed competition. *Iranian Journal of Field Crops Research*, *13*(2), 358-368. (in Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/GSC.V13I2.31709
6. Ghamkhar, K., Croser, J., Aryamanesh, N., Campbell, M., Kon'kova, N., & Francis, C. (2019). Camelina (*Camelina sativa* (L.) Crantz) as an alternative oilseed: Molecular and ecogeographic analysis. *Genome*, *53*(7),

558-567. https://doi.org/10.1139/g10-034

7. Gholamhoseini, M, Danaie, A. K., & Fallah Toosi, A. (2023). Determining the most suitable planting arrangement, plant density and genotype of sesame in Behbahan region. *Plant Productions*, *45*(4), 575-587. (in Persian with English abstract). https://doi.org/10.22055/ppd.2022.40492.2023.
8. Heydarzade, M., Ehteshami, M. R., & Rabiee, M. (2022). Effect of planting date and plant density on quantitative and qualitative characteristics of Guar forage (*Cluster beans*). *Journal of Crops Improvement*, *24*(3), 919-931. (in Persian with English abstract). https://doi.org/10.22059/jci.2021.324335.2557
9. Ijoyah, M. O., Idoko, J. A., & Iorlamen, T. (2015). Effects of intra-row spacing of sesame (*Sesamum indicum* L.) and frequency of weeding on yields of maize-sesame intercrop in makurdi, Nigeria. *International Letters of Natural Sciences*, *38*, 16-26. https://doi.org/10.56431/p-hu2w34
10. Iptas, S., & Acar, A. A. (2006). Effects of hybrid and row spacing on maize forage yield and quality. *Plant Soil Environment*, *52*(11), 515-522. https://doi.org/10.17221/3543-PSE
11. Iskandarov, U., Kim, H. J., & Cahoon, E. B. (2014). Camelina: An emerging oilseed platform for advanced biofuels and bio-based materials. *In Plants and Bioenergy* (pp. 131-140). Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-9329-7-8
12. Khajehpour, H. R. (2012). *Fundamentals and foundations of Agriculture*. Jahad University Press. Isfahan University of Technology, Iran. 398 p. (in Persian).
13. Kurasiak-Popowska, D., Tomkowiak, A., Człopińska, M., Bocianowski, J., Weigt, D., & Nawracała, J. (2018). Analysis of yield and genetic similarity of Polish and Ukrainian *Camelina sativa* genotypes. *Industrial Crops and Products*, *123*, 667-675. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2018.07.001
14. Minbashi Moeini, M. (1996). The effects of planting date and plant density on the yield and quality of corn forage. M.Sc. Thesis, Isfahan University of Technology, Isfahan, Iran, 132 pp.
15. Mohammadi-Nejad, R., Bahramian, S., & Kahrizi, D. (2018). Evaluation of physicochemical properties, fatty acid composition and oxidative stability of *Camelina sativa* (DH 1025) oil. *Journal of Food Science Technology*, *15*(17), 261-269. (in Persian with English abstract).
16. Moser, B. R. (2010). Camelina (*Camelina sativa* L.) oil as a biofuels feedstock: Golden opportunity or false hope? *Lipid Technology*, *22*, 270-273. https://doi.org/10.1002/lite.201000068
17. Naibi Hajilar, S., & Hassanzadeh, A. (2016). Effects of plant population and planting pattern on vegetative and reproductive characteristics of castor bean (*Ricinus communis* L.) plant. *Applied Field Crops Research*, *29*(2), 83-94. (in Persian with English abstract). https://doi.org/10.22092/AJ.2016.109609
18. Najafinezhad, H., Shakeri, P., & Amirpour Robat, M. (2020). Effect of planting date and plant density on forage yield and quality of quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.) varieties in cold temperate region of Kerman province in Iran. *Seed and Plant Journal*, *36*(4), 439-460. (in Persian with English abstract). https://doi.org/10.22092/SPPI.2021.123894
19. Naseri, R., Fasihi, K., Hatami, A., & Poursyahbidi, M. M. (2010). Effect of planting pattern on yield, yield components, oil and protein contents in winter safflower cv. Sina under rainfed conditions. *Iranian Journal of Crop Science*, *12*(3), 227-238. (in Persian with English abstract). http://dorl.net/dor/20.1001.1.15625540.1389.12.3.1.2
20. Obeng, E., Obour, A. K., Nelson, N. O., Moreno, J. A., Ciampitti, I. A., Wang, D., & Durrett, T. P. (2019). Seed yield and oil quality as affected by camelina cultivar and planting date. *Journal of Crop Improvement*, *33*(2), 1-21. https://doi.org/10.1080/15427528.2019.1566186
21. Oddy, V. U., Robards, G. E., & low, S. G. (1983). Prediction of *in-vivo* dry matter digestibility from the fiber and nitrogen content of a feed, *In Feed Information and Animal production*. G. E. Robards and R. G Packham (eds). Commonwealth Agricultural Bureaux. Australia, p. 295-298.
22. Pouramir, F., Nassiri Mahallati, M., Koocheki, A., & Ghorbani, R. (2010). Assessment of sesame and chickpea yield and yield components in the replacement series intercropping. *Iranian Journal of Field Crops Research*, *8*(5), 747-757. (in Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/GSC.V8I5.8016
23. Ramezani, M., & Rezaei Souckt Abandani, R. (2010). Investigating the density and arrangement of planting on the quality indicators of silage corn in the second crop of Mazandaran. *Crop Physiology Journal*, *3*(10), 49-66. (in Persian with English abstract).
24. Raziei, Z., Kahrizi, D., Rostami -Ahmadvandi Falah, H. F., & Karami, F. (2016). *Production and fatty acid characterization of DH1025 a doubled haploid Camelina sativa line*. International Conference on Researches in Science and Engineering. 28 July 2016. Istanbul University, Turkey.
25. Sarkees, N. A., & Tahir, D. S. H. (2016). Seed yield and oil content of safflower as affected by genotypes and sowing dates. *The Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, *47*, 56-65.
26. Sarmadnia, G. R., & Kochaki, A. (1999). *Physiology of Agricultural Plants*. Jihad Deneshgahi of Mashhad, Mashhad, Iran.
27. Schillinger, W. F., Wysocki, D. J., Chastain, T. G., Guy, S. O., & Karow, R. S. (2012). Camelina: Planting date and method effects on stand establishment and seed yield. *Field Crops Research*, *130*, 138-144.

https://doi.org/10.1016/j.fcr.2012.02.019
28. Sharafi, S., & Ramroudi, M. (2022). Evaluation of quantitative and qualitative of *Medicago scutellata* affected by sowing date, sowing depth, and seeding rate. *Journal of Agroecology*, *13*(4), 689-704. (in Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/JAG.V13I4.85812
29. Solymani, A. A., Kamkar, B., Zinali, A., & Mokhtarpur, H. (2010). Effects of planting date and harvesting time on the quality characteristics of pear millet forage (*Pennisetum glaucum*). *Crop Production, 3*(4), 143-160. (in Persian with English abstract). https://dorl.net/dor/20.1001.1.2008739.1389.3.4.9.0
30. Toncea, I., Necseriu, D., Prisecaru, B., Balint, L. N., Ghilvacs, M. I., & Popa, M. (2013). The seed's and oil composition of camelia - first camelina (*Camelina sativa* L. Crantz), Rom. *Romanian Biotechnology Letters*, *18*(5), 8594-8602.
31. Van Soest, P. J. (1990). Use of detergents in the analysis of fibrous feeds, II, A rapid method for the determination of fiber and lignin. *Journal of the Association of Official Agricultural Chemists*, *73*(4), 491-497. https://doi.org/10.1093/jaoac/73.4.491
32. Zanetti, F., Eynck, C., Christou, M., Krzyżaniak, M., Righini, D., Alexopoulou, E., & Monti, A. (2017). Agronomic performance and seed quality attributes of camelina (*Camelina sativa* L. crantz) in multi-environment trials across Europe and Canada. *Industrial Crops and Products*, *107*, 602-608. https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2017.06.022
33. Zarei, S., Hassibi, P., Kahrizi, D., & Safieddin Ardebili, S. M. (2022). Effect of nitrogen application on camelina (*Camelina sativa*) oil seed yield and yield components at different planting dates. *Iranian Journal of Field Crops Research*, *19*(4), 311-325. (In Persian with English abstract). https://doi.org/10.22067/JCESC.2021.37179.0
34. Zizy, A., Nematallh, Y. O. M., & Abo-Feteih, S. S. M. (2017). Influence of irrigation intervals under different sowing dates on water relations, yield and quality nutrition of guar forage crop. *Egyptian Journal of Agronomy*, *39*(3), 293-305. https://doi.org/10.21608/agro.2017.1447.1072